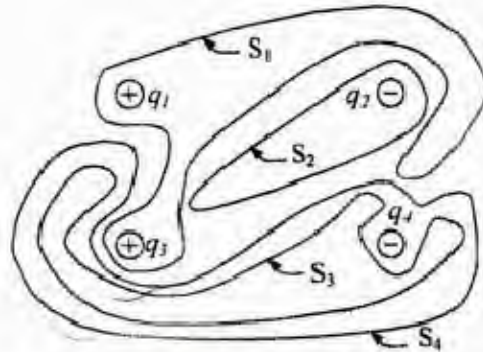


TD d'Électricité Série n° 3

Exercice 1 :

Soit la distribution de charge et les surfaces fermées ci-jointes avec les valeurs de charges suivantes :

$q_1 = +50 \mu\text{C}$, $q_2 = -20 \mu\text{C}$, $q_3 = +35 \mu\text{C}$
et $q_4 = -15 \mu\text{C}$.



- Quel est le flux électrique traversant la surface S_1 ?
- Quel est le flux électrique traversant la surface S_2 ?
- Quel est le flux électrique traversant la surface S_3 ?
- Quel est le flux électrique traversant la surface S_4 ?

Exercice 2 :

Soit un fil rectiligne de longueur infinie chargé uniformément. La densité linéaire de charge du fil est $\lambda = 500 \cdot 10^{-6} \text{ C/m}$.

- Quelle est l'expression du flux électrique produit par une longueur ℓ de fil ?
Quel est le flux électrique produit par une longueur de 20 cm de fil ?
Quelle est l'expression du champ électrique à une distance r du fil ?
Quelle est la grandeur du champ électrique à la distance de 5 cm du fil ?

Exercice 3 :

On considère deux sphères non conductrices (S_1) et (S_2) de même centre O et de rayon R_1 et R_2 ($R_2 > R_1$). (S_1) est chargée uniformément en volume avec une densité volumique $\rho > 0$. (S_2) est chargée uniformément sur la surface avec une densité superficielle $\sigma > 0$. On considère trois points quelconques M_1 , M_2 et M_3 tel que :

$$\begin{aligned} OM_1 &= r_1 \text{ avec } r_1 < R_1 \\ OM_2 &= r_2 \text{ avec } R_1 < r_2 < R_2 \\ OM_3 &= r_3 \text{ avec } r_3 > R_2. \end{aligned}$$

1/ Calculer la charge :

- Q_1 contenue dans la sphère (S_1) en fonction de R_1 et ρ .
- Q_2 répartie sur la sphère (S_2) en fonction de R_2 et σ .

2/ Déterminer le champ électrique total :

- a) \vec{E}_3 produit au point M_3 .
- b) \vec{E}_2 produit au point M_2 .
- c) \vec{E}_1 produit au point M_1 .

3/ Calculer le potentiel électrique total :

- a) V_3 produit au point M_3 .
- b) V_2 produit au point M_2 .

Exercice 4 :

A l'intérieur d'un cylindre indéfini, d'axe $Z'Z$, de rayon R , se trouve des particules chargées réparties avec une densité volumique de charge ρ .

- a) Déterminer le module du champ électrostatique $E(r)$ en tout point intérieur et extérieur au cylindre dans les deux hypothèses suivantes :

$$\rho = \rho_0 = cte$$

$$\rho = \rho_0 \left[1 + \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right]$$

- b) Tracer sur un même graphe les courbes $E(r)$ dans les deux cas.
- c) Dédire , du calcul précédent, le champ $E(r)$ crée par un conducteur filiforme indéfini, uniformément électrisé avec une densité linéaire λ .

TD d'Électricité : Réponse Exercice N° 4 - Série n° 3

a- Calcul du champ électrostatique ;
Le théorème de Gauss donne :

$$\varphi = \iiint_{\Sigma} \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{1}{\epsilon_0} \iiint \rho d\tau$$

► Au point $M_1 < R$

La surface de Gauss est le cylindre de rayon r et de hauteur h .

Sur ce cylindre le *champ* est radial et $E = \text{Cte}$ pour $r = \text{Cte}$, d'où :

$$\oiint_{\Sigma} \vec{E} \cdot d\vec{s} = E \cdot S_{\Sigma} = E 2\pi r h$$

♦ Pour $\rho = \rho_0 = \text{Cte}$ $E 2\pi r h = \frac{\rho_0}{\epsilon_0} \pi r^2 h$

soit

$$\boxed{E = \frac{\rho_0}{2\epsilon_0} r} \quad \text{avec} \quad \boxed{\vec{E} = E \vec{e}_r}$$

♦ Pour $\rho = \rho_0 \left(1 + \left(\frac{r}{R}\right)^2\right)$ $E 2\pi r h = \frac{\rho_0}{\epsilon_0} \iiint \left(1 + \left(\frac{r}{R}\right)^2\right) d\tau$

$d\tau = dr r d\theta dz$ (élément de volume en coordonnées cylindriques)

Soit $E 2\pi r h = \frac{\rho_0}{\epsilon_0} \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^h dz \int_0^R \left(r + \frac{r^3}{R^2}\right) dr = 2\pi h \rho_0 \left(\frac{R^2}{2} + \frac{R^4}{4R^2}\right)$

Finalement $\boxed{E = \frac{\rho_0}{\epsilon_0} \left(\frac{r}{2} + \frac{r^3}{4R^2}\right)}$ avec $\boxed{\vec{E} = E \vec{e}_r}$

► Au point $M_2 > R$

$$E 2\pi r h = \frac{1}{\epsilon_0} \iiint \rho d\tau$$

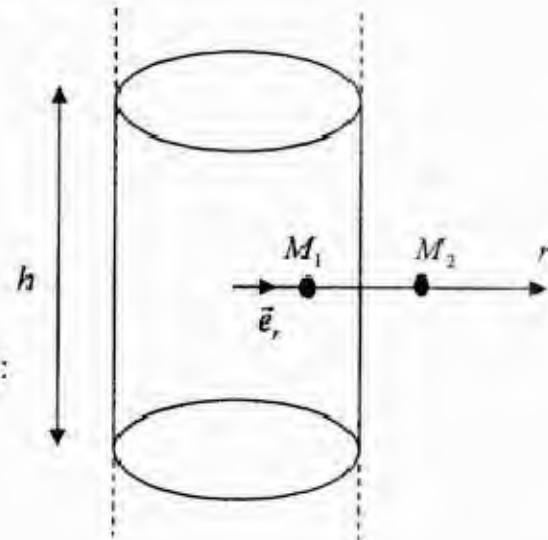
♦ Pour $\rho = \rho_0 = \text{Cte}$ $E 2\pi r h = \frac{\rho_0}{\epsilon_0} \pi R^2 h$ soit $\boxed{E = \frac{\rho_0}{2\epsilon_0} \frac{R^2}{r}}$ avec $\boxed{\vec{E} = E \vec{e}_r}$

♦ Pour $\rho = \rho_0 \left(1 + \left(\frac{r}{R}\right)^2\right)$ $E 2\pi r h = \frac{\rho_0}{\epsilon_0} \iiint \left(1 + \left(\frac{r}{R}\right)^2\right) d\tau$

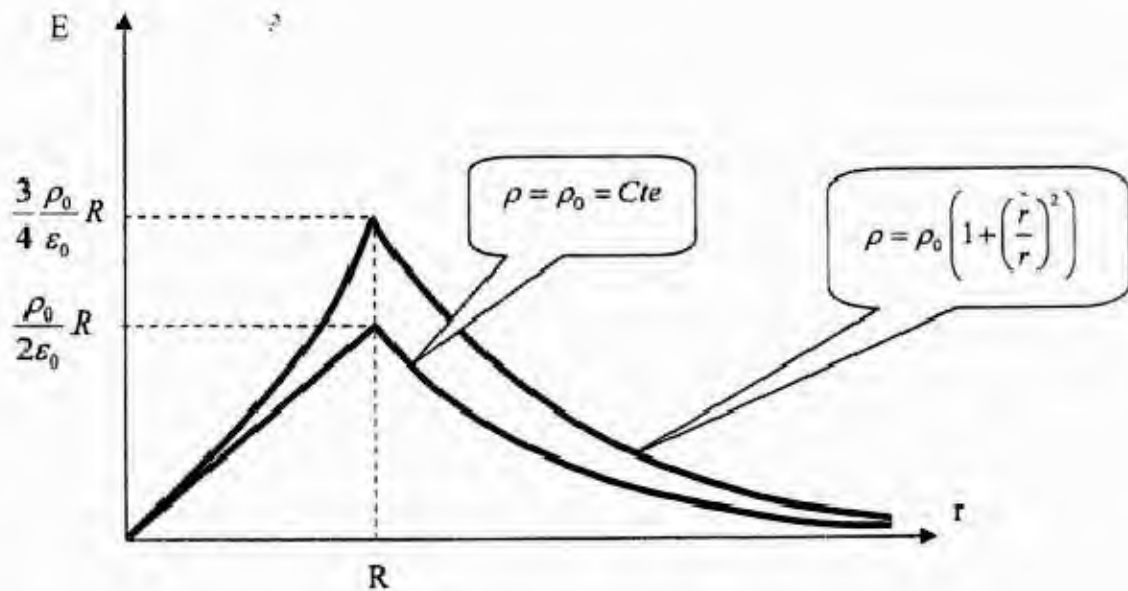
$d\tau = dr r d\theta dz$ (élément de volume en coordonnées cylindriques)

Soit $E 2\pi r h = \frac{\rho_0}{\epsilon_0} \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^h dz \int_0^R \left(r + \frac{r^3}{R^2}\right) dr = 2\pi h \rho_0 \left(\frac{R^2}{2} + \frac{R^4}{4R^2}\right)$

Finalement $\boxed{E = \frac{\rho_0}{\epsilon_0} \frac{3R^2}{4} \frac{1}{r}}$ avec $\boxed{\vec{E} = E \vec{e}_r}$



b)



C) Cas d'un fil infini :

Pour un cylindre de hauteur h la charge totale est : $Q = \iiint \rho_0 d\tau = \rho_0 \pi R^2 h$

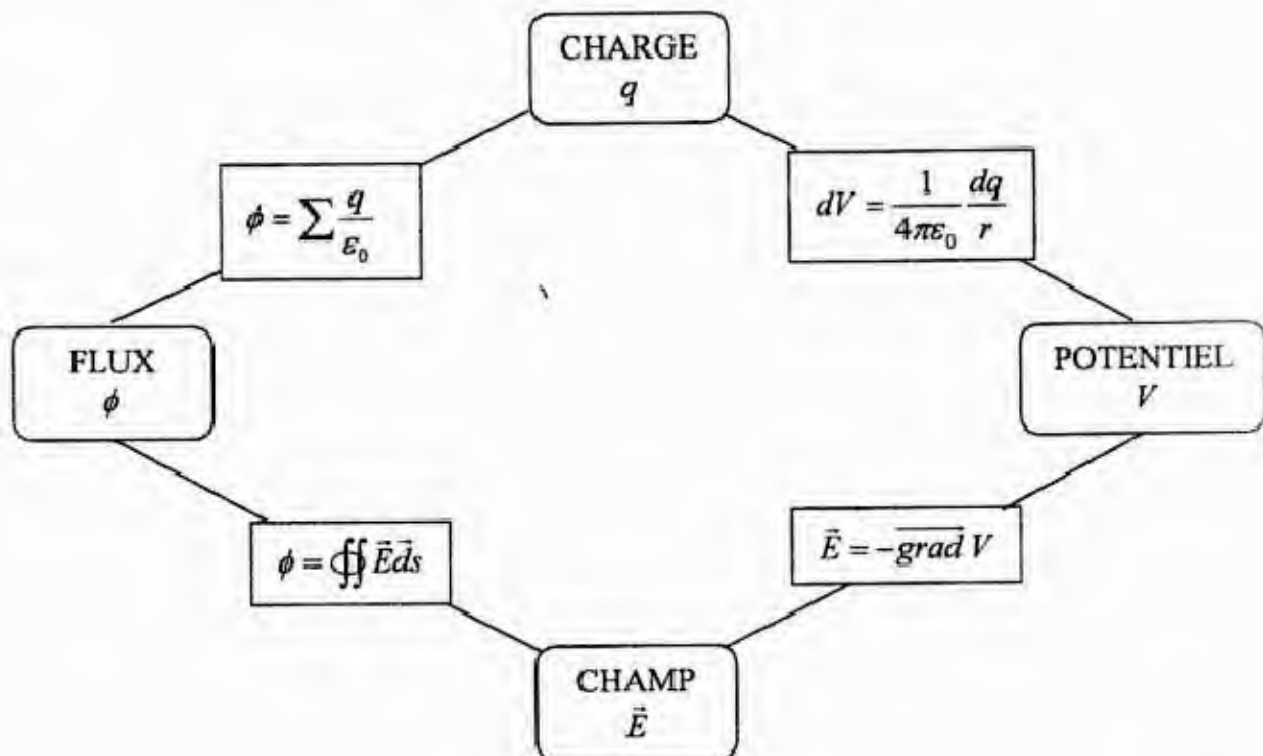
Pour un fil de hauteur h la charge totale est : $Q = \int_0^h \lambda dl = \lambda h$

D'où $\rho_0 \pi R^2 h = \lambda h$ soit $\Rightarrow \rho_0 R^2 = \frac{\lambda}{\pi}$

Or pour un cylindre on a : $E = \frac{\rho_0}{\epsilon_0} \frac{3R^2}{4} \frac{1}{r}$

Donc pour un fil $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r}$

RECAPITULATION DES METHODES DE DETERMINATION DU CHAMP ELECTROSTATIQUE





ETUSUP.com

Programmmation
Cours
Electricité
Physique
Résumés
Analyse
Livres
Informatique
Optique
Chimie
Algèbre
Corrigés
Diapo
Exercices
Contrôles Continus
Langues
MTU
Thermodynamique
Multimedia
Divers
Economie
Travaux Dirigés
Chimie Organique
Mathématiques
Mécanique
Travaux Pratiques
Droit

et encore plus..

